

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-269938

(P2001-269938A)

(43) 公開日 平成13年10月2日 (2001.10.2)

(51) Int.Cl.	識別記号	F I	キーワード (参考)
B 2 9 C 33/38		B 2 9 C 33/38	
C 2 3 C 16/27		C 2 3 C 16/27	
28/00		28/00	B
28/04		28/04	
/ B 2 9 K 21:00		B 2 9 K 21:00	
審査請求 有 請求項の数 7 O L (全 7 頁)			

(21) 出願番号 特願2001-82342(P2001-82342)  
 (62) 分割の表示 特願平3-356260の分割  
 (22) 出願日 平成3年12月24日 (1991.12.24)

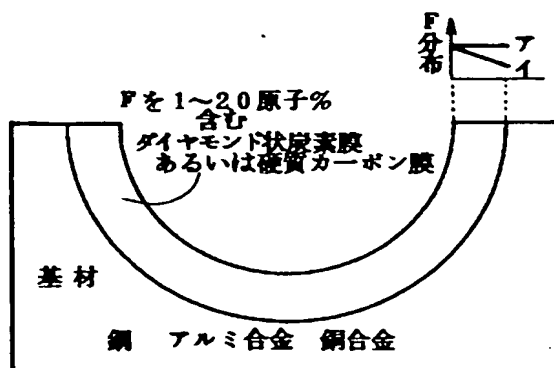
(71) 出願人 000002130  
 住友電気工業株式会社  
 大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号  
 (72) 発明者 大原 久典  
 兵庫県伊丹市尾島北一丁目1番1号住友電  
 気工業株式会社伊丹製作所内  
 (72) 発明者 川合 弘  
 兵庫県伊丹市尾島北一丁目1番1号住友電  
 気工業株式会社伊丹製作所内  
 (74) 代理人 100079887  
 弁理士 川瀬 茂樹

(54) 【発明の名称】 ゴム用金型、ゴム用金型の製造方法およびゴムの成形方法

(57) 【要約】

【目的】 ゴムを成形する金型は、離型性と耐摩耗性が要求される。PTFEを被覆したものは離型性が良いが耐摩耗性がない。硬質の金属、セラミックを被覆したものは耐摩耗性が優れているが離型性は悪い。両方において優れた金型を提供することが目的である。

【構成】 金型の基材の上に弗素を1~20原子%添加した硬質カーボン膜またはダイヤモンド状炭素膜を被覆する。弗素のために離型性が良い。硬質カーボン膜またはダイヤモンド状炭素膜であるので耐摩耗性が良い。中間層として硬度の高い硬質金属、硬質セラミック層を設けるとさらによい。



離型性良  
 耐摩耗性良

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 銅やアルミ合金、銅合金等の表面に硬質皮膜を形成してなるゴム用金型において、硬質皮膜の少なくとも最表面が弗素を1〜20原子%含むダイヤモンド状炭素膜あるいは硬質カーボン膜であることを特徴とするゴム用金型。

【請求項2】 銅やアルミ合金、銅合金を基材とし、この上に硬質皮膜よりなる中間層を設け、さらに中間層の上に弗素を1〜20原子%含むダイヤモンド状炭素膜あるいは硬質カーボン膜よりなる表面層を形成したことを特徴とするゴム用金型。

【請求項3】 銅やアルミ合金、銅合金を基材とし、この上に炭化、窒化、ほう化による拡散硬化処理膜を設け、さらにこの硬化処理膜の上に弗素を1〜20原子%含むダイヤモンド状炭素膜あるいは硬質カーボン膜よりなる表面層を形成したことを特徴とするゴム用金型。

【請求項4】 銅やアルミ合金、銅合金を基材とし、この上にクロムメッキあるいはニッケルメッキの中間層を設け、さらにこの中間層の上に弗素を1〜20原子%含むダイヤモンド状炭素膜あるいは硬質カーボン膜よりなる表面層を形成したことを特徴とするゴム用金型。

【請求項5】 銅やアルミ合金、銅合金を基材とし、この上にTi、Zr、V、Cr、W、Siもしくはそれらの窒化物又は炭化物から選ばれる一種以上の成分よりなる中間層を設け、さらに中間層の上に弗素を1〜20原子%含むダイヤモンド状炭素膜あるいは硬質カーボン膜よりなる表面層を形成したことを特徴とするゴム用金型。

【請求項6】 銅やアルミ合金、銅合金を基材とし、この上にTi、Zr、V、Cr、W、Siもしくはそれらの窒化物又は炭化物から選ばれる一種以上の成分よりなる中間層を設け、さらに中間層の上に弗素を1〜20原子%含むダイヤモンド状炭素膜あるいは硬質カーボン膜よりなる表面層を形成することとし、これらの中間層及び表面層の形成を、途中で真空を破ることなく連続してプラズマCVD法あるいはイオンプレーティング法により実施することを特徴とするゴム用金型の製造方法。

【請求項7】 銅やアルミ合金、銅合金を基材とし、この上に弗素を1〜20原子%含むダイヤモンド状炭素膜あるいは硬質カーボン膜よりなる表面層を形成した金型に、離型剤を塗付することなく、ゴム材料を充填して成形することを特徴とするゴムの成形方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、離型性に優れた硬質皮膜を表面に形成した、ゴム等の粘着性の高い材料をモールド成形あるいはブロー成型する際に用いられる金型に関する。金型というのは良く知られているように、2つまたはそれ以上の部材からなりこれらは閉じられた空間を形成し内部に流動性のある材料を導入して加圧加熱ま

たは冷却して材料を内部空間の形状通りに成型するものである。本発明はゴム用金型とその製造方法に関するものである。図面は金型の基材と表層部の構成を略示するものであり、実際の金型の形状に正確に対応する訳ではない。

## 【0002】

【従来の技術】 ゴム等の粘着性の高い材料を金型に閉じ込めて成形する、いわゆるモールド成形等においては、金型の材料として、従来から銅が主に用いられている。最近では、加工性のよいアルミ合金製金型や銅合金製金型も用いられている。ゴム等の成形金型は離型性がよいことと、耐摩耗性が高いことの両方が要求される。従来の金属表面が露呈した金型は耐摩耗性、離型性の両方の点で不十分である。とくに硬度を増すためにフィラー等硬質粒子を含むゴムなどの場合は高い耐摩耗性が必要である。ゴムに充填する硬質粒子に対する金型の耐摩耗性向上を目的として、上記金型の材料の表面に硬質皮膜を形成したものが製作されている。例えば、

①湿式法（電解メッキあるいは無電解メッキ等）による硬質クロムメッキやニッケルメッキ等の硬質金属膜や（図5）、②乾式法（CVD法やPVD法等）による窒化チタン、炭化チタンあるいは窒化クロム等の硬質セラミック膜（図6）、を前記金属基材の上に被覆したものである。ここで図面は基材と皮膜を示すための概略図で、実際の金型に形状寸法等が対応しているものではない。上記の硬質皮膜を表面に形成した金型は硬度が高く耐摩耗性に優れる。しかしながら、これらの材料はいずれも上記ゴムとの離型性がきわめて悪い。離型性を補う為にシリコンスプレー等の離型剤を塗布してから用いることが一般的となっている。離型剤なしでは殆ど利用できない。

【0003】ところが、例えばモールド成形の作業能率改善や、製品の品質安定化に対しては、離型剤塗布作業は決して好ましいものではない。これは、成形の度に金型に離型剤を塗布する必要があるため、その度に成形作業を中断しなければならないこと、及び、離型剤の塗布ムラにより、被成形品の表面状態にムラが生じる等の理由による。また、離型剤を使っても、長期間使用するうちに、金型の隅等のゴムの流れの悪い場所に、ゴムのみならず、変質した離型剤までもが残留し、しばしば成形作業を中断して金型の掃除を行う必要がある。このような理由から、作業現場からは、離型剤の要らない金型材料を望む声が絶えない。さて、金型の離型性を向上させる方法としては、ポリテトラフルオロエチレン（以下、PTFEと略す）に代表される弗素含有高分子材料の薄膜をこれらの金型の表面に形成する方法が公知である。これらを被覆した金型（図7）は離型性に優れる。PTFEは、弗素と炭素のみからなる高分子材料であり、弗素と炭素との間に分極率の小さい共有結合が存在する。このため分子間凝集力が低く、表面自由エネルギー

一が著しく低くなるという特質を持つ。この結果、摩擦係数が低く、水や油をはじくという特異な性質を発現する。この性質が優れた離型性を金型に与えるのである。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】ところが、PTFEの欠点は、それ自身の硬さがきわめて低く、容易に傷がつく（耐摩耗性に劣る）という点である。金型を被覆する保護膜として用いる時にも、この欠点が露呈し、長期間安心して使えるものではなかった。そこで登場したのが、PTFEの微粒子を硬質クロムやニッケル等の金属10 皮膚膜中に分散させた、いわゆる複合メッキ（分散メッキとも呼ぶ）をした金型（図8）である。この結果PTFEの離型性を活かしながら、硬質金属皮膚で耐摩耗性を確保することが可能になった。しかしながら、これらのPTFEを含む硬質メッキ皮膚のビッカース硬度はただか100kg/mm<sup>2</sup>程度である。金型に被覆した場合、離型性の点では十分であるが、耐摩耗性では未だ不十分である。特に硬質粒子を含むゴムを成形するのに用いられる場合は充填材である硬質粒子との摩擦に耐えなければならないので、金型成形面などのゴムと接触する面のビッカース硬度として2000kg/mm<sup>2</sup>以上が必要である。PTFEを分散した硬質メッキ膜も耐摩耗性の点では、決して満足できるものではなかった。

【0005】ゴム成形用金型以外の分野で、弗素と炭素を含む被覆を設け表面の性質を改善するようにした工夫は幾つもある。特公平2-29749はプラスチックや金属の表面にダイヤモンド膜を形成しさらにダイヤモンド膜の最表面を弗化处理したものを提案している。弗化处理したダイヤモンド膜は、耐薬品性、疎水性、耐摩耗性、潤滑性に優れている。この被覆をしたものは、プラスチックの場合は磁気テープ、フィルム、セラミックの場合は人工骨、瓦、金属の場合は液中で使用する機械材料、摺動材に使えらしている。これは最表面において全ての炭素原子について弗素との結合C-Fを形成するものでありPTFEよりも疎水性に優れているとある。最表面での弗素の含有量は100%に近い。これは液中で使用する機械部品を作るためのもので、疎水性の向上に力点が置かれた発明である。ゴム成形用金型に関する工夫ではない。

【0006】特開昭61-30671は工具や機械部品の表面に水素と弗素を含む硬質カーボン膜を提案している。硬質カーボン膜に水素を含めると摩擦係数が低下し、弗素を含めると耐湿性が向上すると述べている。これは軸受、歯車、シール、螺子等への応用を考えている。摩擦係数の低いことが重要である。主に水素を不純物として含有し水素の作用により摩擦係数は真空中でも0.01という優れた値を示したとある。水素の含有量は3%以上である。弗素は耐湿性が必要な場合に添加するものであって水素に比べ副次的なものである。これもゴム成形用金型に関するものではない。

【0007】特開平2-250968は弗素化硬質カーボン膜を被覆した機械部材を提案している。ビデオヘッド、ビデオボール、モータ回転軸、ベアリングなど機械部材の上に150℃以下の低温で硬質カーボン膜を形成する。これは炭素の他に水素を含む。そこでこれを、弗素化合物のプラズマで処理しC-H結合の一部をC-F結合に置き換えたものである。これも水素の方が有力であり、最外表面でのC-H/C-Fの比は2~10である。硬質カーボン膜の不純物としては第1に水素であり、弗素はその1/10~1/3である。機械部品であるので耐摩耗性の減少が目的である。離型性等は問題にならずゴム成形用金型への応用は考えていない。このように硬質カーボン膜に水素と弗素を含ませた被覆材は既に機械部品の表面被覆に用いられている。耐摩耗性や疎水性を高揚するためである。何れも水素がより大量に含まれる不純物である。ゴム成形用金型への応用を考えたものはなく離型性は問題にならない。

【0008】

【課題を解決するための手段】〔本発明の基本形〕本発明は、PTFEの持つ離型性と、セラミック皮膚の持つ耐摩耗性を合わせ持つ、高離型性硬質皮膚を形成された、ゴム用金型を提供しようとするものである。高離型性硬質皮膚としては、その少なくとも最表面がダイヤモンド状炭素膜あるいは硬質カーボン膜であり、該ダイヤモンド状炭素膜あるいは硬質カーボン膜中に、添加成分として弗素を1~20原子%含むことを特徴とする。図1に本発明の金型の構成を示す。ここで、弗素は皮膚の中に一様に含まれていても良いし、最外表面だけに含ませても良い。図1の上方に皮膚での弗素の分布例を示す。アは一般的な分布で、イは最外表面のみで高い分布を示す。ここで硬質カーボン膜という言葉とダイヤモンド状炭素膜という言葉は同義語として使っている。同じものを両方の呼び名で呼んでいるからである。

【0009】〔中間層の形成〕また一般に金型の材料（銅などの金属）の硬度は該ダイヤモンド状炭素膜あるいは硬質カーボン膜の硬度に比べてはるかに低い。このため金型のゴムに触れる面（以下、成形面と略す）に直接硬質カーボン膜またはダイヤモンド状炭素膜をコーティングしても、十分な密着性及び耐久性が得られない場合が多い。このようなときは、母材表面に窒化、炭化、ほう化等の拡散硬化処理を施したり、上記湿式法による硬質金属皮膚を形成したり、あるいは上記乾式法による硬質セラミック皮膚を形成したりして、中間層を形成する。この中間層の上に、ダイヤモンド状炭素膜あるいは硬質カーボン膜を形成し、該ダイヤモンド状炭素膜あるいは硬質カーボン膜の全体、あるいは直接ゴムに接する最表面層のみに弗素を添加する。図2に中間層を設けたものの構成を示す。こうすることにより耐摩耗性を改善しながら優れた離型性を付与することができる。

50 【0010】

【作用】〔離型性の生ずる原因〕 PTFEの持つ優れた離型性は、既に述べたように、PTFEを構成する元素が炭素及び弗素のみであることに起因する。また、テトラフルオロエチレンと他の弗素系ポリマーとの共重合体の代表であるPFA（テトラフルオロエチレン-パーフルオロアルキルビニルエーテル（モノマーの化学式： $\text{CF}_2=\text{CFOCF}_3$ ） $\text{F}_7$ ）共重合体）やFEP（テトラフルオロエチレン-ヘキサフルオロプロピレン（同： $\text{CF}_2=\text{CFCF}_3$ ）共重合体）も、炭素と弗素（前者のみ酸素を含有する）からなり、PTFEと同様に、優れた離型性を示す。また、ポリテトラフルオロエチレン（モノマーの化学式： $\text{CF}_2=\text{CF}_2$ ）とポリエチレン（同： $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ ）との共重合体であるETFE（エチレンテトラフルオロエチレン）はPTFEよりも離型性がやや劣る。これは、化合物中あるいは共重合体中での弗素の含有率によって離型性の制御が可能であるためと考えられる。すなわち、炭素と水素と弗素の存在比率を制御することによって、離型性を自由に制御することが可能である。以上述べた弗素系ポリマーの特徴を検討する中から、本発明者らは、炭素と弗素、水素のみからなる化合物を合成すれば、上記弗素系ポリマーと同様の特性を得ることができると考えた。また、PFAの例からわかるように、若干の酸素の混入は、離型性に大きく影響しないと考えた。

【0011】〔発明思想〕 そこで、炭素と水素を主成分とするダイヤモンド状炭素膜あるいは硬質カーボン膜に弗素を添加し、ゴム成形金型に適用することで、離型性と耐摩耗性に優れた金型を実現するに至った。また、本発明者らは、該ダイヤモンド状炭素膜あるいは硬質カーボン膜に離型性を付与するためには、皮膜中の弗素の組成比を、1～20原子%とする必要があることを見いだした。組成比が1%以下であると、弗素添加の効果がほとんど現れず優れた離型性が得られない。逆に組成比が20%を越えると、皮膜の硬度が著しく低下し、耐摩耗性が損なわれる。このために弗素の比率が1～20原子%に限定される。

【0012】〔中間層の形成と役割〕 しかし現実には、金型の成形面に直接該ダイヤモンド状炭素膜あるいは硬質カーボン膜を被覆しても、不慮の当て傷や、ゴム中にしばしば見られる硬質の異物による引っかかり傷に対しては、十分な耐久性が得られない。そこで、実際に金型に適用するに当たって、すでに述べたような中間層を形成し、下地の硬度を十分に上げた上に該ダイヤモンド状炭素膜あるいは硬質カーボン膜を被覆すれば、該ダイヤモンド状炭素膜あるいは硬質カーボン膜の優れた離型性を長期間にわたって引き出すことが可能であることを見いだした。これは、金型の成形面の硬度（通常ビッカース硬度で400～800 $\text{kg/mm}^2$ ）が該ダイヤモンド状炭素膜あるいは硬質カーボン膜の硬度（ビッカース硬度で2000 $\text{kg/mm}^2$ 以上）に比べて極端

に低いことに起因し、局所的な応力がかかった時に、金型の成形面の金属が変形し、被覆された膜がこのような変形に追従できずに破壊し剥離するために起こる現象である。

【0013】硬質の中間層を設けることによりこのような膜の剥離破壊を防ぐことができる。中間層として、

(a) ①窒化、炭化、ほう化等の拡散硬化処理（硬度900～1500 $\text{kg/mm}^2$ ）（図2（a））、(b) 湿式メッキ法によるクロムCrやニッケルNi等の硬質金属皮膜（硬度500～1200 $\text{kg/mm}^2$ ）（図2（b））、(c) 乾式法（PVD法やCVD法）による窒化チタンTiNや炭化チタンTiC、窒化クロムCrN等の硬質セラミック皮膜（硬度1500～3000 $\text{kg/mm}^2$ ）（図2（c））等の硬質皮膜を、いずれか単独であるいは複合させて形成し、局所的な応力に耐えられる下地を形成しこの上に本発明の硬質カーボン膜を形成すれば、この現象は防止できる。局所的な応力が加えられたとしても、中間層が硬くて変形を許さないので、最表面の硬質カーボン膜が変形せず剥離しないのである。

【0014】〔ダイヤモンド状炭素膜、硬質カーボン膜の形成〕 ダイヤモンド状炭素膜あるいは硬質カーボン膜の形成方法としては、

①高周波あるいは直流電力によるグロー放電プラズマを用いたプラズマCVD（化学的気相析出）法  
②炭化水素ガスのイオンビームを用いたイオンビーム蒸着法、  
③固体炭素の昇華・析出を利用したイオンプレーティング等のPVD（物理的気相析出）法、がすでに知られている。いずれの方法も、本発明によるゴム金型へのダイヤモンド状炭素膜あるいは硬質カーボン膜の形成に利用できる。但し、該ダイヤモンド状炭素膜あるいは硬質カーボン膜に弗素を添加するために、いずれの方法においても、合成の雰囲気中に四フッ化炭素（ $\text{CF}_4$ ）や三フッ化窒素（ $\text{NF}_3$ ）等の弗素を含有した気体原料を導入することが必要である。

【0015】〔中間層とダイヤモンド状炭素膜の連続的形成〕 一方、中間層を効果的に利用するためには、中間層の形成と該ダイヤモンド状炭素膜あるいは硬質カーボン膜の形成を、途中で真空を破ることなく、連続的に行うことが好ましい。即ち、前記の（c）の場合（図2（c））、公知のプラズマCVD法により中間層となる窒化チタン等の硬質セラミック皮膜を形成したあと、直ちに原料ガスを入れ替え、引き続いてプラズマCVD法によりダイヤモンド状炭素膜を形成する。こうすれば、中間層と該ダイヤモンド状炭素膜との界面に不純物等の吸着が起こらず、優れた密着性が得られる。同様に前記の（c）の場合で公知のPVD法により中間層の形成を行う場合も同様に、中間層形成後に原料ガスを入れ替え、プラズマCVD法等により該ダイヤモンド状炭素膜

の形成を行えばよい。また、前記の(a)に示すように、拡散硬化処理によって金型母材の表面硬度を上げれば、不慮の当て傷等に対する耐久性が向上する。この場合においても、拡散硬化処理であるイオン窒化と中間層となる硬質セラミック皮膜形成、該ダイヤモンド状炭素膜あるいは硬質カーボン膜形成の3つの表面処理工程を、途中で真空を破ることなく連続的に行う。こうすれば各層の境界面に不純物等が吸着せず、優れた密着性が得られるため好ましい。

【0016】

【実施例】【実施例1（ゴムに対する離型性の評価）】  
本発明による高離型性硬質皮膜について、ゴムに対する離型性を評価した。試験片としては、ゴム成形金型の代表的な材料であるS45Cを用い、JIS K6301に従って接着性（離型性）評価試験を行った。なお、試験にはエチレンプロピレンゴムを用い、加硫により試験片に接着されたゴムを試験面に対して90度の方向に引き剥がしたときの、試験片表面に残留したゴムの面積比（残留面積／接着面積）を比較した。

【0017】さて、本発明による弗素添加ダイヤモンド状炭素膜の作成方法は、次の通りである。まず、基材であるS45C材（以下、被処理材と略す）の被覆する面を所定の面粗度まで研磨仕上げする。0.5 $\mu$ m以下の平均粗さが好ましい。この被処理材を有機溶剤や、洗剤、水等を用いて洗浄し、表面に無機あるいは有機のいかなる汚れも残留しないようにする。洗浄された被処理物を、図3に示されるダイヤモンド状炭素膜の形成装置の中の、電極2に取り付ける。真空容器1の中を真空排気装置3によって10<sup>-5</sup>Torrまで排気し、その後、ガス供給系4から、真空容器1内にアルゴンガス（Ar）を0.1Torrの真空度になるまで導入する。次に電極2に接続された直流電源5を用い、電極2にマイナス1000Vの直流電圧を印加して放電を発生\*

各種の皮膜を持つ試験片の試験面へのゴムの残留率

形成方法	皮膜材質	試験面へのゴムの残留率%
本発明	弗素添加DLC膜	0
プラズマCVD法	弗素を含まないDLC膜	15
湿式メッキ	硬質クロム膜	23
PVD法	窒化チタン膜	19
—	(無処理S45C)	53
塗布法	PTFE膜	0

【0020】表1からもわかるように、弗素を含まない皮膜は、弗素添加を行わなかったダイヤモンド状炭素膜も含めて、いずれも離型性に乏しく、試験片の表面にゴムの一部が残留する。これに対して、本発明による弗素※50

\*させ、被処理材6の表面をイオンクリーニングする。イオンクリーニングを30分間行った後、ガス供給系4から真空容器1内にメタンガス（CH<sub>4</sub>）を導入する。メタンガス導入に際しては、アルゴンガス流量を徐々に減らしながらメタンガス流量を徐々に増やし、真空容器内部の放電を止めずに行う。メタンガス導入と同時にダイヤモンド状炭素膜の形成が始まる。約1分間かけて、アルゴンガスからメタンガスへとガスを完全に切り替えてから、15分間ダイヤモンド状炭素膜の形成を行う。所定の時間が経過したら、ガス供給系4から四フッ化炭素ガス（CF<sub>4</sub>）を導入し、すでに導入しているメタンガスとの混合雰囲気中で、弗素添加ダイヤモンド状炭素膜の形成をさらに15分間続ける。メタンガスと四フッ化炭素ガスとの流量比は、目標とする弗素の添加量に応じて変化させるが、本実施例においては、同流量比を10:1（CH<sub>4</sub>:CF<sub>4</sub>=10:1）として行った。

【0018】この様にして、直流グロー放電によるプラズマCVD法により、全体厚さが約1 $\mu$ mのダイヤモンド状炭素膜を得た（図4a）。比較のために、弗素添加を行わずに30分間ダイヤモンド状炭素膜のみを形成した試験片（図4b）も作成した。なお、本試験においては、耐久性の評価は行わないため、S45C基材に直接ダイヤモンド状炭素膜の被覆を行った。また、比較のために、従来から金型の保護膜として用いられている塗布法によるPTFE膜（図4f）、湿式メッキ法による硬質クロム膜（図4c）、PVD法による窒化チタン膜（図4d）をそれぞれ形成した試験片、及び表面処理を全く行わないS45C材に（図4e）についても、同じ評価を行った。結果を表1に示す。なお、表中で、ダイヤモンド状炭素膜を「DLC膜」と略した。

【0019】

【表1】

※添加したダイヤモンド状炭素膜は試験片にゴムが全く残留せず、PTFE膜並の優れた離型性を有することが確認できた。

【0021】

## 【発明の効果】

以上述べた様に、本発明により見いだされた、弗素添加されたダイヤモンド状炭素膜あるいは硬質カーボン膜を形成されたゴム用金型は、PTFE等の弗素含有高分子材料に匹敵する離型性と、ダイヤモンドなみの耐摩耗性をあわせ持っている。長期間にわたって優れた離型性を維持できる金型を実現でき、成形品の品質維持・向上の観点から、きわめて有用である。

## 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のゴムのための金型の構造を略示する断面図。

【図2】基材とダイヤモンド状炭素膜の間に中間層を設けた本発明の金型の構造を略示する断面図。

【図3】実施例において用いられたダイヤモンド状炭素膜の形成装置の概略図である。

【図4】ゴムに対する離型性、耐摩耗性を試験するため

の試験片の概略の構造を示す断面図。

【図5】基材の上に硬質Cr、Niメッキをした従来例に係る金型の概略断面図。

【図6】基材の上に硬質のセラミックを被覆した従来例に係る金型の概略断面図。

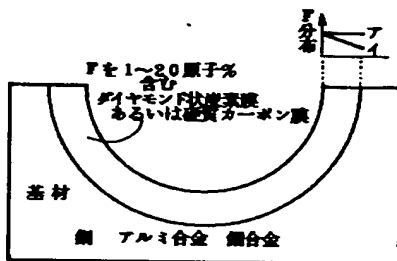
【図7】基材の上にPTFEを被覆した従来例に係る金型の概略断面図。

【図8】基材の上にPTFEを分散した硬質金属のメッキをした金型の概略断面図。

## 【符号の説明】

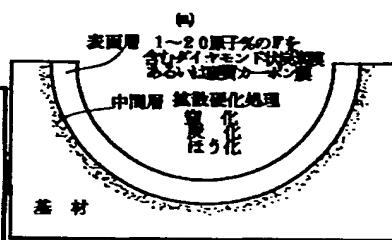
- 1 真空容器
- 2 電極
- 3 真空排気装置
- 4 ガス供給系
- 5 直流電源
- 6 被処理材

【図1】

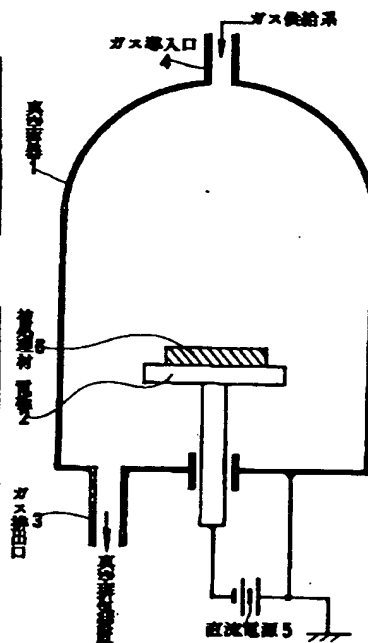


離型性良  
耐摩耗性良

【図2】



【図3】



【図5】

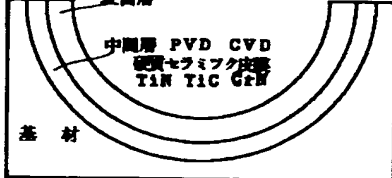


離型性悪い  
耐摩耗性悪い

(b)



(c)

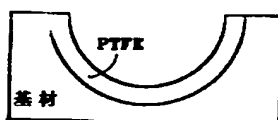


【図6】



離型性悪い  
耐摩耗性悪い

【図7】



離型性良  
耐摩耗性悪

【図8】



離型性良  
耐摩耗性不良

【図4】

(a)  
本発明

PVD法ダイヤモンド被膜装置	
基 材	S45C SKD11

(b)  
比較例

PVD法ダイヤモンド被膜装置	
基 材	S45C SKD11

(c)  
比較例

硬質クロム膜	
基 材	S45C SKD11

(d)  
比較例

酸化チタン膜	
基 材	S45C SKD11

(e)  
比較例

基 材	S45C のみ SKD11
-----	---------------------

(f)  
比較例

P T F E 膜 (電布法)	
基 材	S45C SKD11

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**